

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Oktober 2006 (05.10.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/103147 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02M 59/10 (2006.01) F02M 59/38 (2006.01)
F02M 59/36 (2006.01) F02M 63/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/060251

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Februar 2006 (24.02.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 014 093.9 29. März. 2005 (29.03.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KOEHLER, Chris-
tian [DE/DE]; Im Aichert 2, 74391 Erligheim (DE).

SCHNELL, Ruediger [DE/DE]; Klingenweg 33/1, 69412
Eberbach (DE). HOLLMANN, Timm [DE/DE]; Karl-
lsruher Allee 45, 71636 Ludwigsburg (DE). LAMIRAND,
Yves [FR/DE]; Brühlstrasse 2, 71679 Asperg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

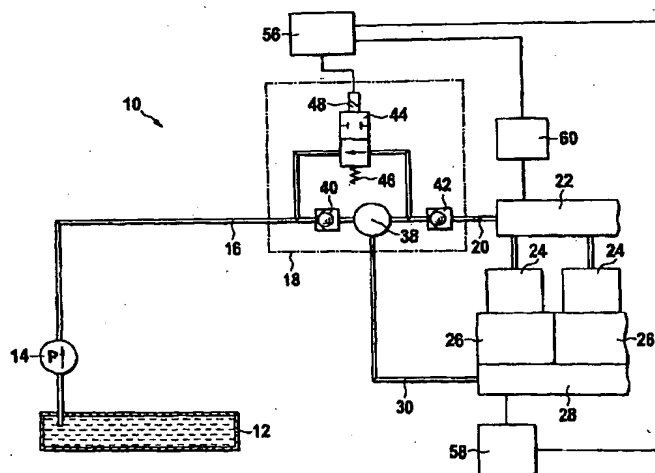
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ON-OFF CONTROL OF A HIGH-PRESSURE PUMP FOR DIRECT INJECTION INTERNAL COMBUSTION EN-
GINES

(54) Bezeichnung: ZWEIPUNKTREGELUNG EINER HOCHDRUCKPUMPE FÜR DIREKTEINSPRITZENDE OTTOMOTO-
REN



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an internal combustion engine (10) having a piston pump as the high-pressure pump (18). Said piston pump is driven by a drive shaft (28) of the internal combustion engine (10), and fuel is delivered by the high-pressure pump (18) from a low-pressure area (16) to a high-pressure area (38) and the quantity of the fuel delivered by the high-pressure pump (18) is adjusted by a quantity control valve (44). The aim of the invention is to reduce acoustic emissions of the high-pressure pump. For this purpose, the high-pressure pump (18) is operated in an on-off mode alternately at full delivery for individual or subsequent piston strokes and at idle delivery for individual or subsequent piston strokes. Full delivery mode is activated when a lower pressure limit is fallen short of, until an upper pressure limit is reached.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/103147 A1



ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine (10) mit einer Kolbenpumpe als Hochdruckpumpe (18), die von einer Antriebswelle (28) der Brennkraftmaschine (10) angetrieben wird, wobei Kraftstoff von der Hochdruckpumpe (18) von einem Niederdruckbereich (16) zu einer Hochdruckseite (38) gefördert wird und die Menge des von der Hochdruckpumpe (18) geförderten Kraftstoffs durch ein Mengensteuerventil (44) eingestellt wird, wird die akustische Abstrahlung der Hochdruckpumpe verringert, indem die Hochdruckpumpe (18) in einem Zweipunktbetrieb abwechselnd mit Vollförderung für einzelne oder aufeinander folgende Kolbenhübe und mit Leerförderung für einzelne oder aufeinander folgende Kolbenhübe betrieben wird und die Vollförderung bei Unterschreiten einer unteren Druckgrenze aktiviert wird, bis eine obere Druckgrenze erreicht wird.

5

Zweipunktregelung einer Hochdruckpumpe für direkteinspritzende
Ottomotoren

Stand der Technik

10

15

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einer Kolbenpumpe als Hochdruckpumpe, die von einer Antriebswelle der Brennkraftmaschine angetrieben wird, wobei Kraftstoff von der Hochdruckpumpe von einem Niederdruckbereich zu einer Hochdruckseite gefördert wird und die Menge des von der Hochdruckpumpe geförderten Kraftstoffs durch ein Mengensteuerventil eingestellt wird.

20

25

30

Bei direkteinspritzenden Ottomotoren (BDE = Benzin-Direkt-Einspritzung) werden Einzylinder-Hochdruckpumpen eingesetzt, um den Druck vom Vordruck der Vorförderpumpe (EKP = elektrische Kraftstoffpumpe) auf den für die Direkteinspritzung notwendigen Druck (50 bis 200 bar) anzuheben. Diese Einzylinderpumpen werden je nach Kraftstoffbedarf des Motors mit 2, 3 oder 4 Pumpenhüben pro Nockenwellenumdrehung betrieben. Der Antrieb erfolgt üblicherweise über einen Nocken auf der Nockenwelle. Im normalen Betrieb wird jeder Pumpenhub genutzt, die erforderliche Menge wird dabei z.B. durch ein Mengensteuerventil eingestellt. Das heißt, dass im Leerlauf und im Teillastbetrieb nur ein Teil der möglichen Menge pro Pumpenhub gefördert wird.

Die EP-1327766-A2 offenbart ein Verfahren, mit dem bei kleinen Fördermengen nur ein Teil der Förderhübe genutzt wird. Motivation ist die bessere Regelbarkeit bei sehr kleinen Fördermen-

gen. Bei dem Verfahren wird ein festes Muster der genutzten und nicht genutzten Förderhübe auf die Nockenwellenumdrehung bezogen eingestellt, z.B. werden von 4 Förderhüben nur 2 genutzt.

5 Probleme des Standes der Technik

Die Hochdruckpumpe erzeugt bei der Förderung Körperschall-Schwingungen, die zu Luftschall führen und als akustische Belastung empfunden wird. Das Verfahren soll die akustische Abstrahlung der HDP verringern bzw. so verändern, dass diese nicht störend empfunden wird.

Vorteile der Erfindung

15 Dieses Problem wird gelöst durch ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einer Kolbenpumpe als Hochdruckpumpe, die von einer Antriebswelle der Brennkraftmaschine angetrieben wird, wobei Kraftstoff von der Hochdruckpumpe von einem Niederdruckbereich zu einer Hochdruckseite gefördert wird und
20 die Menge des von der Hochdruckpumpe geförderten Kraftstoffs durch ein Mengensteuerventil eingestellt wird, wobei die Hochdruckpumpe in einem Zweipunktbetrieb abwechselnd mit Vollförderung für einzelne oder aufeinander folgende Kolbenhübe und mit Leerförderung für einzelne oder aufeinander folgende Kolbenhübe
25 betrieben wird und die Vollförderung bei Unterschreiten einer unteren Druckgrenze aktiviert wird, bis eine obere Druckgrenze erreicht wird.

Unter Vollförderung soll hier verstanden werden, dass die Hochdruckpumpe die maximale Menge fördert, das Mengensteuerventil also während des gesamten Kolbenhubes geschlossen bleibt. Unter
30 Leerförderung wird das genaue Gegenteil verstanden, die Hochdruckpumpe fördert über den gesamten Kolbenhub keinen Kraftstoff, das Mengensteuerventil ist also dauerhaft geöffnet. Un-

ter Teilförderung wird eine Fördermenge zwischen Leerförderung und Vollförderung verstanden, hier wird während des Kolbenhubes der Kolbenpumpe das Mengensteuerventil zeitweise geöffnet, so dass eine Fördermenge zwischen null und der maximalen Fördermenge erreicht werden kann. Die obere Druckgrenze sowie die untere Druckgrenze hängen ab von dem in der Sammelleitung zum sicheren Absetzen einer Einspritzung erforderlichen Druck. Beide können identisch sein und dem Solldruck der Hochdruckseite entsprechen oder jeweils nur leicht von dem Solldruck nach oben bzw. unten abweichen.

Ein wesentlicher Aspekt dieses Verfahrens ist, die Häufigkeit der Förderung der HDP auf das absolut notwendige Maß zu beschränken. Das wird erreicht, indem im Leerlauf auf Zweipunktregelung umgeschaltet und jede aktivierte Förderung mit maximaler Fördermenge umgesetzt wird. Dabei kommt zusätzlich der Effekt zum Tragen, dass eine Vollförderung der HDP leiser ist als eine Teilförderung. Beide Effekte sorgen dafür, dass die akustische Abstrahlung bei diesem Ansteuerungsverfahren deutlich niedriger ist als beim heute eingesetzten Verfahren.

Vorzugsweise wird der Zweipunktbetrieb bei Absinken der Motordrehzahl unter eine Mindestdrehzahl und/oder Absinken der Einspritzmenge unter eine Mindestmenge aktiviert. Unterschreiten einer Mindestdrehzahl kann beispielsweise das Erreichen der Leerlaufdrehzahl sein. In einer Ausgestaltung des Verfahrens ist weiter vorgesehen, dass die die Hochdruckpumpe außerhalb des Leerlaufs mit Teilförderung betrieben wird.

Der Leerlauf wird hier zum einen definiert durch einen brennkraftmaschinentypischen Drehzahlbereich, zum anderen durch die Drehzahlanforderung des Fahrers im Betrieb, beispielsweise wenn das Gaspedal eines Automobils in die Leerlaufstellung gebracht wird. Andere Anforderungen des Bedieners, die eine Drehzahlan-

förderung Leerlauf signalisieren, sind beispielsweise wenn bei einem automatischen Getriebe oder einem automatisierten Schaltgetriebe der Wählhebel in die Parkstellung gebracht wird.

5 In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Hochdruckpumpe nach Erreichen der oberen Druckgrenze auf Leerförderung umgeschaltet wird, bis die untere Druckgrenze wieder unterschritten wird. Die Hochdruckpumpe wird bei geschlossenem Mengensteuerventil in der Betriebsart Vollförderung und bei zeitweise oder dauerhaft geöffnetem Mengensteuerventil in der Betriebsart Teilförderung betrieben. Das Mengensteuerventil bleibt bis zu einer unteren Druckschwelle geöffnet und bei Erreichen der unteren Druckschwelle bis zum Erreichen der oberen Druckschwelle geschlossen.

15 In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass das Mengensteuerventil bei Erreichen der oberen Druckschwelle geöffnet wird.

20 Das Eingangs genannte Problem wird auch gelöst durch eine Brennkraftmaschine mit einer Kolbenpumpe als Hochdruckpumpe, die von einer Abtriebswelle der Brennkraftmaschine angetrieben wird, wobei Kraftstoff von der Kraftstoffpumpe von einem Niederdruckbereich zu einer Hochdruckseite gefördert wird und die Menge des von der Kraftstoffpumpe in die Sammelleitung geförderten Kraftstoffs durch ein Mengensteuerventil eingestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpe im Leerlauf mit Vollförderung sowie mit Leerförderung betrieben werden kann.

30 Das Eingangs genannte Problem wird auch gelöst durch ein Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass diese ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausführen kann.

Das Eingangs genannte Problem wird auch gelöst durch eine Software für ein speicherprogrammierbares Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass diese ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausführen kann

Zeichnungen

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffpumpe und einem Mengensteuerventil;

Fig. 2 eine detaillierte Darstellung der Kraftstoffpumpe und des Mengensteuerventils von Fig. 1 während eines Saughubes;

Fig. 3 eine Darstellung ähnlich Fig. 2 zu Beginn eines Förderhubes;

Fig. 4 eine Darstellung ähnlich Fig. 2 gegen Ende eines Förderhubes;

Fig. 5 eine Skizze zum zeitlichen Ablauf des Verfahrens.

Eine Brennkraftmaschine 10 gemäß Fig. 1, diese kann insbesondere ein direkteinspritzender Otto-Motor sein, umfasst einen Kraftstoffbehälter 12, aus dem eine elektrisch angetriebene Vorförderpumpe 14 Kraftstoff über eine Niederdruckleitung 16 zu einer Hochdruckpumpe 18 fördert. Über eine Hochdruckleitung 20 gelangt der Kraftstoff weiter zu einer Sammelleitung 22 (auch als Common-Rail bezeichnet). In dieser ist der Kraftstoff unter

hohem Druck gespeichert. An die Sammelleitung 22 sind mehrere Einspritzvorrichtungen 24 angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in Brennräume 26 einspritzen. Durch die Verbrennung des Kraftstoffs in den Brennräumen 26 wird eine Kurbelwelle 28 in
5 Drehung versetzt. Über eine in Fig. 1 nur symbolisch dargestellte mechanische Kopplung 30 wird die Hochdruckpumpe 13 von der Kurbelwelle 28 als Antriebswelle angetrieben. Die Hochdruckpumpe 18 ist eine 1-Zylinder-Kolbenpumpe, bei der von einem auf einer Welle 33 angeordneten Antriebsnocken 32 ein Kolben 34 in eine Hin- und Herbewegung versetzt wird. Der Kolben 34 ist in einem Gehäuse 36 geführt. Er begrenzt einen Förder-
10 raum 38. Über ein Einlassventil 40 kann der Förderraum 38 mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung 16 verbunden werden. Das Einlassventil 40 ist als federbelastetes Rückschlagventil ausgebildet. Über ein Auslassventil 42 kann der Förderraum 38 mit
15 der Hochdruckleitung 20 verbunden werden. Auch beim Auslassventil 42 handelt es sich um ein federbelastetes Rückschlagventil. Der Förderraum 38 kann ferner über ein Mengensteuerventil 44 mit der Niederdruckleitung 16 verbunden werden. Beim Mengensteuerventil 44 handelt es sich um ein 2/2-Schaltventil. In
20 die geöffnete Ruhestellung wird es von einer Feder 46 beaufschlagt. In die geschlossene Schaltstellung wird es von einer elektromagnetischen Betätigungseinrichtung 48 gebracht. Diese umfasst einen mit einem Ventilelement 50 verbundenen Magnetanker 52, welcher von einer Magnetspule 54 umgeben ist. Die Magnetspule 54 wird von einer nicht dargestellten Endstufe eines
25 Steuergerätes 56 bestromt. Das Steuergerät 56 erhält Signale von einem Drehzahlsensor 58, welcher die Drehzahl der Kurbelwelle 23 der Brennkraftmaschine 10 abgreift. Ferner ist das
30 Steuergerät 56 eingangsseitig mit einem Drucksensor 60 verbunden, welcher den in der Sammelleitung 22 herrschenden Druck erfasst und entsprechende Signale an das Steuergerät 56 leitet. Das Prinzip der Einstellung der von der Hochdruckpumpe 18 geförderten Kraftstoffmenge wird nun unter Bezugnahme auf die

Fig. 2-4 erläutert. Während des in Fig. 2 dargestellten Saughubs bewegt sich der Kolben 34 nach unten, so dass Kraftstoff über das Einlassventil 40 in den Förderraum 38 strömt. Nach dem Erreichen des unteren Totpunkts bewegt sich der Kolben 34 wieder nach oben (Fig. 3). Während des Saughubs des Kolbens 34 wird die Magnetspule 54 des Mengensteuerventils 44 bestromt, so dass dieses spätestens mit dem Erreichen des unteren Totpunkts des Kolbens 34 schließt. Auch das Einlassventil 40 schließt. Wenn während des Förderhubs des Kolbens 34 der Öffnungsdruck des Auslassventils 42 im Förderraum 38 überschritten wird, öffnet dieses. Der Kraftstoff kann so in die Sammelleitung 22 gepresst werden. Soll während eines Förderhubs des Kolbens 34 die Förderung von Kraftstoff in die Sammelleitung 22 beendet werden, wird die Bestromung der Magnetspule 54 des Mengensteuerventils 44 beendet, so dass dieses wieder in seine geöffnete Ruhestellung schaltet. Dies ist in Fig. 4 dargestellt. Der Kraftstoff kann somit aus dem Förderraum 38 über das geöffnete Mengensteuerventil 44 in die Niederdruckleitung 16 entweichen. Entsprechend schließt auch das Auslassventil 42. Die maximal während eines Förderhubs des Kolbens 34 förderbare Kraftstoffmenge ist im Wesentlichen unabhängig von der Drehzahl der Kurbelwelle 28 und der damit zusammenhängenden Dauer eines Förderhubs. Der Förderraum 38 kann während jedes ci-ten Förderhubs für eine bestimmte Dauer durch das Mengensteuerventil 44 von der Niederdruckleitung 16 getrennt werden.

Im Betrieb außerhalb des Leerlaufs wird das Mengensteuerventil 44 so angesteuert, dass jeder Förderhub der Pumpe genutzt wird. Die Mengenregelung erfolgt durch Nutzung von Teilhüben durch zeitweises Öffnen des Mengensteuerventils 44 wie zuvor beschrieben. Im Leerlauf wird dagegen auf eine Zweipunktregelung mit Vollförderung umgeschaltet. Das bedeutet, dass eine Förderung und damit die Ansteuerung des Mengensteuerventil 44 nur dann ausgelöst wird, wenn hochdruckseitig eine Druckschwelle

unterschritten wird. Die Förderung wird in diesem Betriebszustand immer als Vollförderung ausgeführt, so dass der Druck im Hochdrucksystem um einen relativ großen Betrag ansteigt. Durch die folgenden Einspritzungen sinkt der Druck stetig wieder ab. Da die Einspritzmengen im Leerlauf aber gering sind, dauert es relativ lange, bis die untere Druckschwelle, die die nächste Förderung auslöst, unterschritten wird.

Figur 5 zeigt eine Skizze zum zeitlichen Ablauf des Verfahrens. Dargestellt ist der Druck p_{Hd} in der Sammelleitung 22, dies ist der Druck im Hochdruckrail, über der Zeit t . Der Druckverlauf ist zwischen einem willkürlich gewählten Zeitpunkt t_0 und einem willkürlich gewählten Zeitpunkt t_4 . Im Zeitpunkt t_0 sei der Druck p_{Hd} auf dem Wert einer unteren Druckschwelle p_U . Zu diesem Zeitpunkt wird das Mengensteuerventil 44 geschlossen, so dass die Hochdruckpumpe über den gesamten Kolbenhub fördert und in einer Betriebsart, die im Folgenden als Vollförderung bezeichnet wird, betrieben wird. Das Mengensteuerventil 44 bleibt geschlossen bis zum Erreichen einer oberen Druckschwelle p_O , dies ist zum Zeitpunkt t_1 der Fall. Im Zeitpunkt t_1 wird das Mengensteuerventil 44 vollständig geöffnet, so dass die Hochdruckpumpe 18 keinen Kraftstoff mehr zur Hochdruckseite fördert. Diese Betriebsart wird im Folgenden als Leerförderung bezeichnet. Dadurch, dass die Einspritzvorrichtungen 24 weiterhin Einspritzungen absetzen, sinkt der Druck p_{Hd} in der Sammelleitung 22 (Hochdruckrail) mit jeder Einspritzung. Der Einfachheit halber ist dies in Figur 5 als kontinuierliche Linie dargestellt, in der Realität wird dies nicht kontinuierlich sondern in der Darstellung über der Zeit mehr oder minder treppenartig sein. Im Zeitpunkt t_2 wird die untere Druckschwelle p_U wieder erreicht, so dass durch Schließen des Mengensteuerventils 44 die Hochdruckpumpe 18 wieder in den Betriebsmodus der Vollförderung umgeschaltet wird. Mit Erreichen der oberen Druckschwelle p_O im Zeitpunkt t_3 wird die Hochdruckpumpe 18 wiederum in

die Leerförderung umgeschaltet, so dass der Druck p_{Hd} wieder absinkt. In den Zeiträumen t_0 bis t_1 bzw. t_2 bis t_3 werden, je nach maximaler Fördermenge der Hochdruckpumpe 18, einer oder mehrere Kolbenhübe gemacht. Die Dauer der Leerförderung, also beispielsweise zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 , hängt im Wesentlichen von der Speicherkapazität der Sammelleitung 22 und der jeweils eingespritzten Menge ab. Der anhand der Figur 5 dargestellte Betriebsmodus wird nur im Leerlauf der Brennkraftmaschine gewählt. Außerhalb des Leerlaufes erfolgt der Betrieb der Hochdruckpumpe 18 in einer Betriebsart Teilförderung. In dieser Betriebsart wird bei jedem Kolbenhub der Kraftstoffpumpe 18 Kraftstoff auf die Hochdruckseite gefördert. Die Kraftstoffmenge wird mit dem Mengensteuerventil 44 geregelt, in dem dieses wenn notwendig (z. B. Teillast) während des Kolbenhubes der Kraftstoffpumpe 18 zeitweise geöffnet wird. In Fig. 5 ist zusätzlich markiert ein Solldruck p_{so} , der in dem jeweiligen Betriebsbereich als Raildruck (auf der Hochdruckseite) eingestellt werden soll. Untere und obere Druckschwelle p_U , p_O liegen in der Nähe des Solldruckes. Als Einschaltbedingung für die zuvor geschilderte Zweipunktregelung kann z.B. das Absinken der Motordrehzahl unter eine Mindestdrehzahl (z.B. das Erreichen der Leerlaufdrehzahl) oder das Absinken der Einspritzmenge unter eine Mindestmenge gewählt werden. Dabei soll die Lambdaregelung aktiv sein, die Motortemperatur innerhalb eines zulässigen Intervalls (Normaltemperatur) liegen und der Motorstart genügend lang zurück liegen, sodass der Start eingeschwungen ist.

Ansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine (10) mit einer Kolbenpumpe als Hochdruckpumpe (18), die von einer Antriebswelle (28) der Brennkraftmaschine (10) angetrieben wird, wobei Kraftstoff von der Hochdruckpumpe (18) von einem Niederdruckbereich (16) zu einer Hochdruckseite (38) gefördert wird und die Menge des von der Hochdruckpumpe (18) geförderten Kraftstoffs durch ein Mengensteuerventil (44) eingestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpe (18) in einem Zweipunktbetrieb abwechselnd mit Vollförderung für einzelne oder aufeinander folgende Kolbenhübe und mit Leerförderung für einzelne oder aufeinander folgende Kolbenhübe betrieben wird und die Vollförderung bei Unterschreiten einer unteren Druckgrenze aktiviert wird, bis eine obere Druckgrenze erreicht wird.
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der Zweipunktbetrieb bei Absinken der Motordrehzahl unter eine Mindestdrehzahl und/oder Absinken der Einspritzmenge unter eine Mindestmenge aktiviert wird.
3. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpe (18) oberhalb der Mindestdrehzahl mit Teilförderung betrieben wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpe (18) nach Erreichen der oberen Druckgrenze auf Leerförderung umgeschaltet wird, bis die untere Druckgrenze wieder unterschritten wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpe (18) bei geschlossenem Mengensteuerventil (44) in der Betriebsart Vollförderung und

bei zeitweise oder dauerhaft geöffnetem Mengensteuerventil (44) in der Betriebsart Teilförderung betrieben wird.

5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mengensteuerventil (44) bis zu einer unteren Druckschwelle geöffnet bleibt und bei Erreichen der unteren Druckschwelle bis zum Erreichen einer oberen Druckschwelle geschlossen wird.

10 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mengensteuerventil (44) bei Erreichen der oberen Druckschwelle geöffnet wird.

15 8. Brennkraftmaschine (10) mit einer Kolbenpumpe als Hochdruckpumpe (18), die von einer Abtriebswelle (28) der Brennkraftmaschine (10) angetrieben wird, wobei Kraftstoff von der Kraftstoffpumpe (18) von einem Niederdruckbereich (16) zu einer Hochdruckseite (38) gefördert wird und die Menge (m) des von der Kraftstoffpumpe (18) in die Sammelleitung (22) geförderten Kraftstoffs durch ein Mengensteuerventil (44) eingestellt wird,
20 dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckpumpe (18) im Leerlauf mit Vollförderung sowie mit Leerförderung betrieben werden kann.

25 9. Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass diese ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausführen kann.

30 10. Software für ein speicherprogrammierbares Steuergerät für eine Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass diese ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausführen kann.

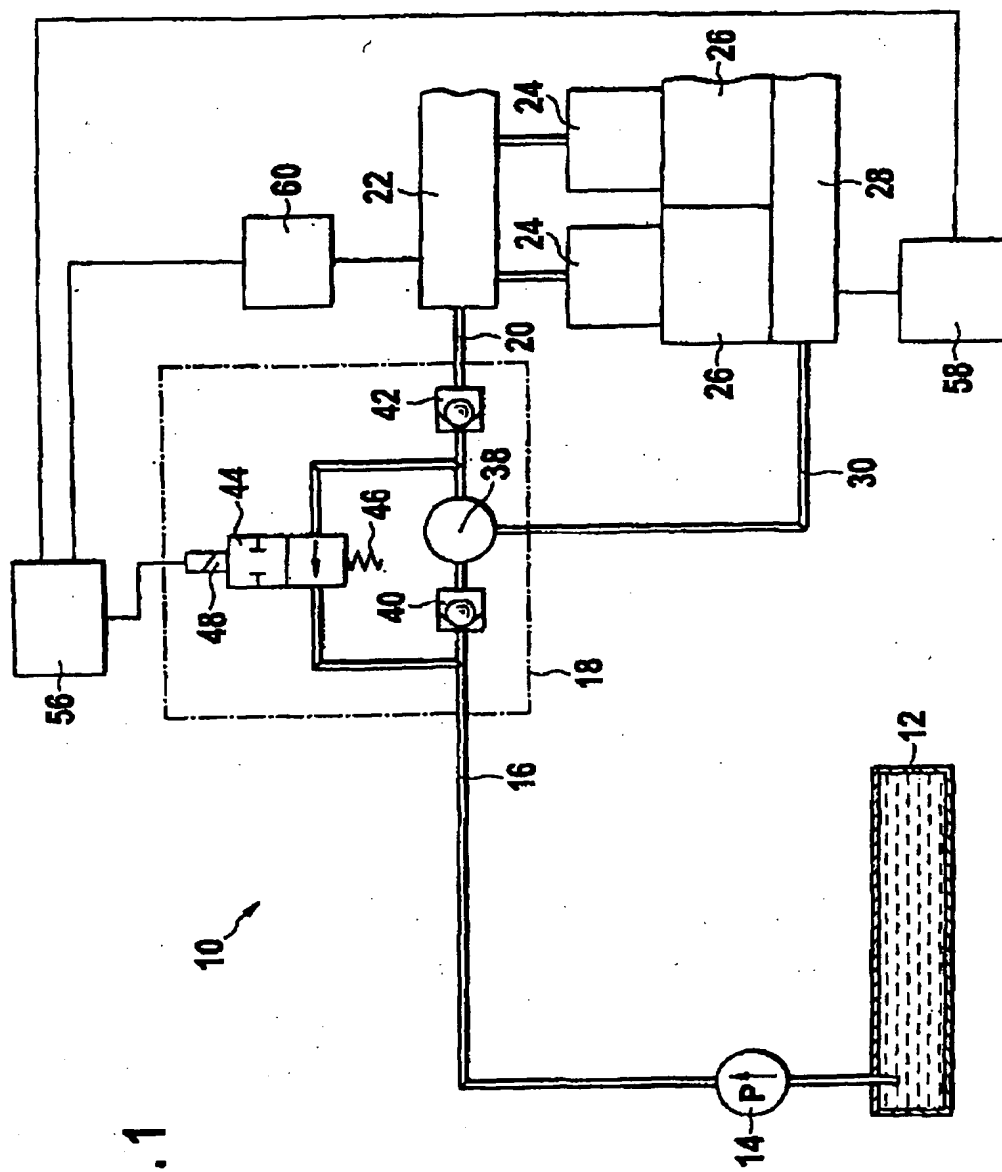


Fig. 1

Fig. 2

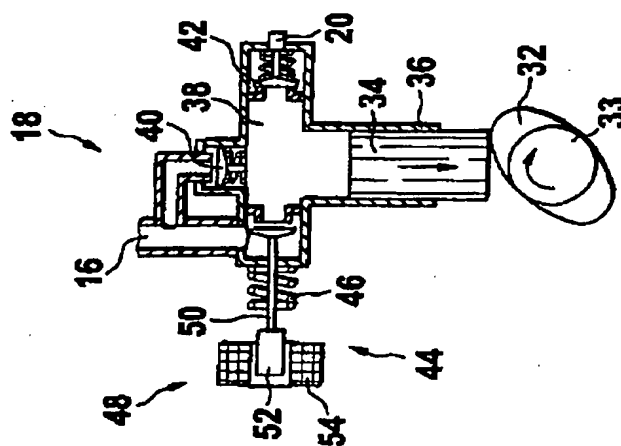


Fig. 3

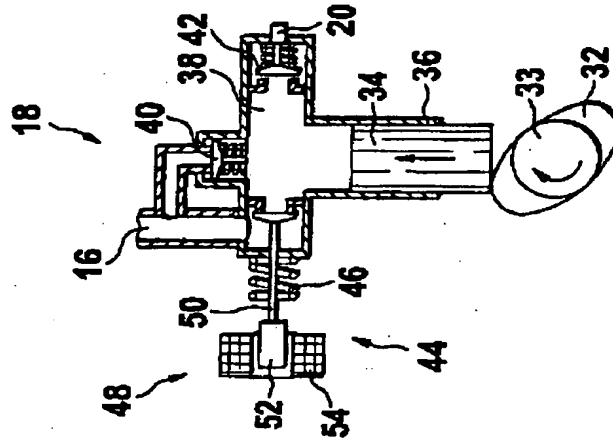


Fig. 4

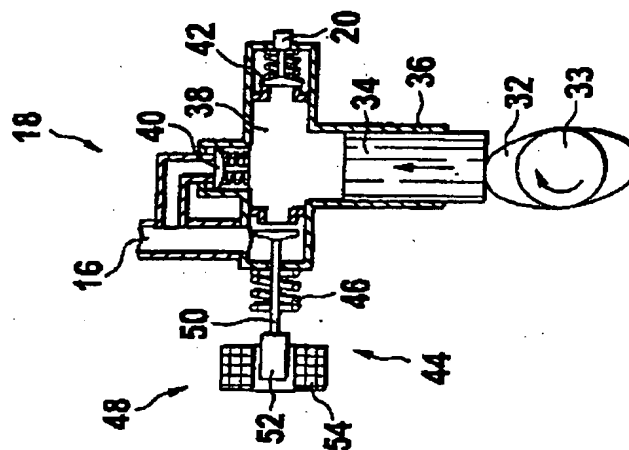
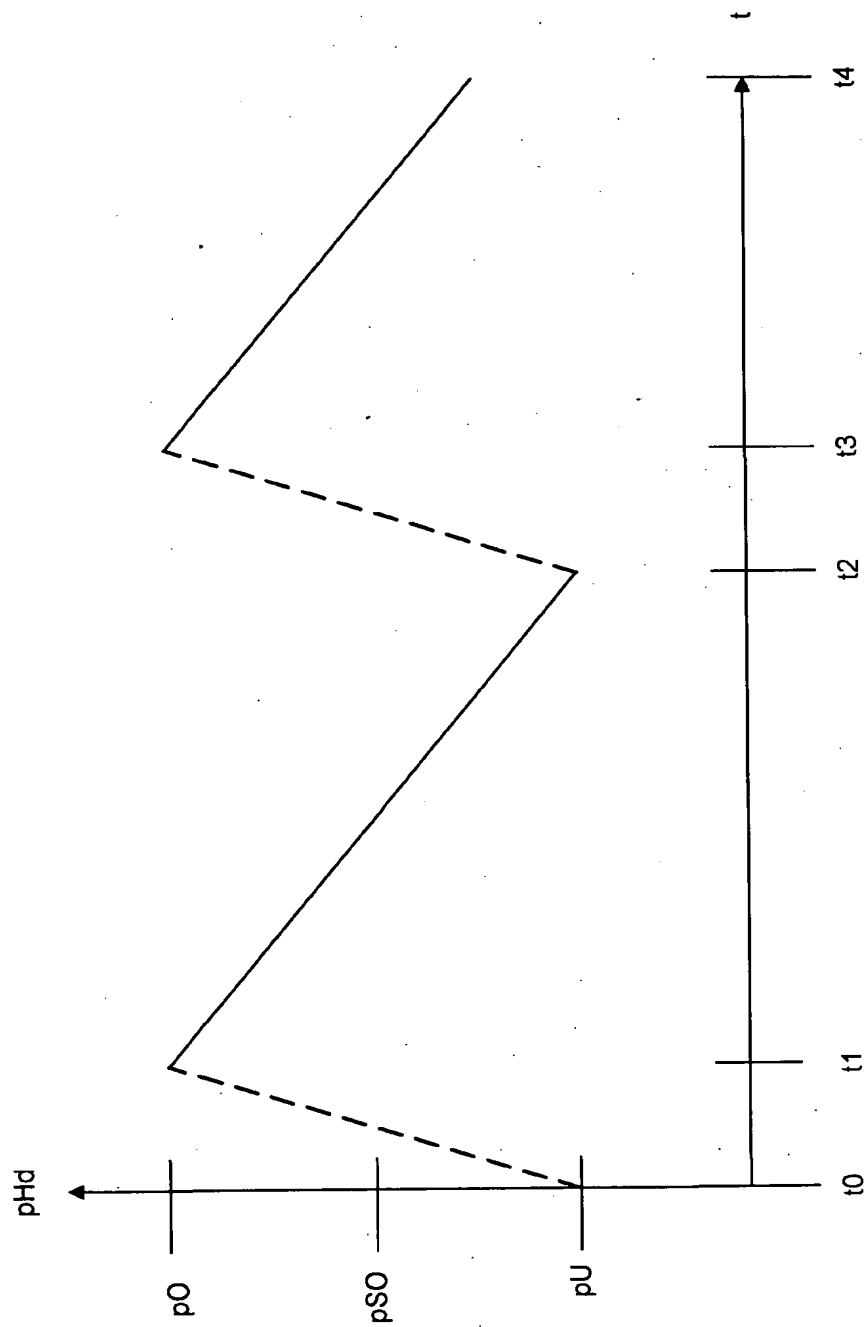


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/060251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02M59/10 F02M59/36 F02M59/38 F02M63/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02M F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 802 322 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 22 October 1997 (1997-10-22) column 7, line 25 - line 46; figures 1,4	8
A		1-7,9,10
A	EP 1 327 766 A (ROBERT BOSCH GMBH) 16 July 2003 (2003-07-16) paragraphs [0035] - [0037], [0039]; figures 1,9,10	1-10
A	US 6 237 573 B1 (ONISHI YOSHIHIKO ET AL) 29 May 2001 (2001-05-29) column 2, paragraph 14 - paragraph 42; figures 1,4	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 Apr11 2006

Date of mailing of the international search report

03/05/2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jucker, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/060251

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0802322	A	22-10-1997	CN 1179508 A	22-04-1998
			DE 69708193 D1	20-12-2001
			DE 69708193 T2	20-06-2002
			JP 3304755 B2	22-07-2002
			JP 9287536 A	04-11-1997
			KR 257094 B1	01-06-2000
			US 5771864 A	30-06-1998
EP 1327766	A	16-07-2003	DE 10200987 A1	31-07-2003
			JP 2003214301 A	30-07-2003
US 6237573	B1	29-05-2001	DE 10034913 A1	27-09-2001
			FR 2805862 A1	07-09-2001
			JP 2001248517 A	14-09-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2006/060251

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F02M59/10 F02M59/36 F02M59/38 F02M63/02		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02M F02D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	EP 0 802 322 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 22. Oktober 1997 (1997-10-22) Spalte 7, Zeile 25 - Zeile 46; Abbildungen 1,4	8
A		1-7,9,10
A	EP 1 327 766 A (ROBERT BOSCH GMBH) 16. Juli 2003 (2003-07-16) Absätze [0035] - [0037], [0039]; Abbildungen 1,9,10	1-10
A	US 6 237 573 B1 (ONISHI YOSHIHIKO ET AL) 29. Mai 2001 (2001-05-29) Spalte 2, Absatz 14 - Absatz 42; Abbildungen 1,4	1-10
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 25. April 2006		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 03/05/2006
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5018 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Beauftragter Jucker, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/060251

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0802322	A	22-10-1997	CN	1179508 A	22-04-1998
			DE	69708193 D1	20-12-2001
			DE	69708193 T2	20-06-2002
			JP	3304755 B2	22-07-2002
			JP	9287536 A	04-11-1997
			KR	257094 B1	01-06-2000
			US	5771864 A	30-06-1998
EP 1327766	A	16-07-2003	DE	10200987 A1	31-07-2003
			JP	2003214301 A	30-07-2003
US 6237573	B1	29-05-2001	DE	10034913 A1	27-09-2001
			FR	2805862 A1	07-09-2001
			JP	2001248517 A	14-09-2001